

HYDROGEN PRODUCTION APPARATUS AND HYDROGEN PRODUCTION METHOD

Publication number: JP2004194625

Publication date: 2004-07-15

Inventor: SUKAI YASUNORI; KUDO YASUHIRO; TSURUMI RIKI; ISHIHARA SACHISHI

Applicant: DENSEI KK

Classification:

- international: A61L2/04; B01F7/04; B01F7/16; B09B3/00; C01B3/02; C12M1/00; C12M1/02; C12M1/12; C12M1/38; C12P3/00; A61L2/04; B01F7/02; B01F7/16; B09B3/00; C01B3/00; C12M1/00; C12M1/02; C12M1/12; C12M1/36; C12P3/00; (IPC1-7): C12M1/00; A61L2/04; B01F7/04; B01F7/16; B09B3/00; C01B3/02; C12M1/02; C12M1/12; C12M1/38; C12P3/00

- european:

Application number: JP20020370767 20021220

Priority number(s): JP20020370767 20021220

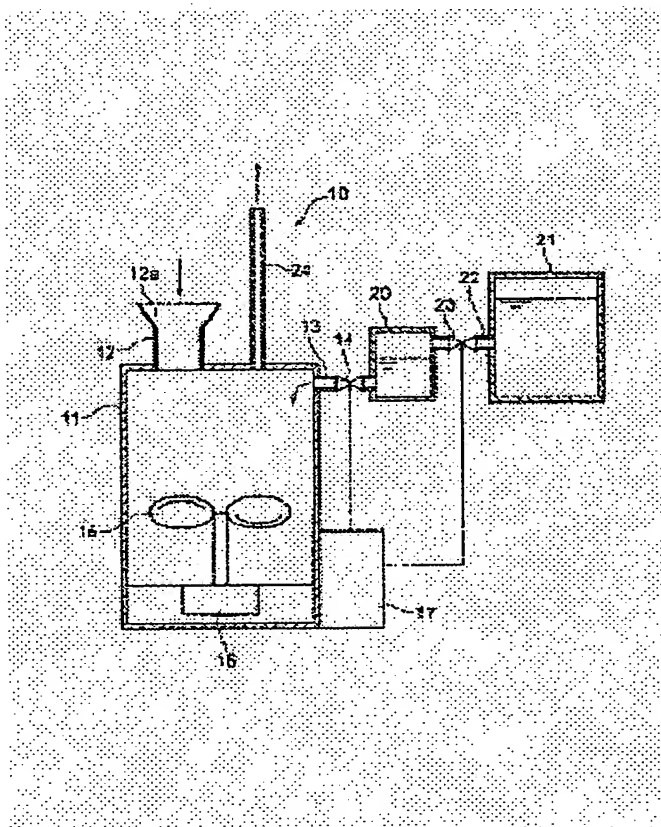
Report a data error here

Abstract of JP2004194625

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an apparatus for producing an increased amount of hydrogen from an organic material in improved efficiency, and provide a method for the production of hydrogen.

SOLUTION: The hydrogen production apparatus 10 produces hydrogen by charging a reaction vessel 11 with an organic material and a microorganism capable of producing hydrogen by decomposition and decomposing the organic material with the microorganism. The apparatus is provided with a culture liquid storing means 21 to store a culture liquid for the proliferation of the microorganism, a preculture means 20 for the microorganism receiving the culture liquid from the culture liquid storing means 21, proliferating the microorganism supplied to the preculture means containing supplied culture liquid and supplying the proliferated microorganism to the reaction vessel 11, and a controlling means 17 to control the amount of the culture liquid in the case of supplying the culture liquid containing the microorganism from the preculture means 20 to the reaction vessel 11.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO&NCIPI



5/7

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-194625

(P2004-194625A)

(43) 公開日 平成16年7月15日 (2004.7.15)

(51) Int. Cl. 7

F I

テーマコード (参考)

C 1 2 M 1/00
A 6 1 L 2/04
B 0 1 F 7/04
B 0 1 F 7/16
B 0 9 B 3/00

C 1 2 M 1/00
A 6 1 L 2/04
B 0 1 F 7/04
B 0 1 F 7/16
C 0 1 B 3/02

C
A
A
Z
Z A B Z

4 B 0 2 9
4 B 0 6 4
4 C 0 5 8
4 D 0 0 4
4 G 0 7 8

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2002-370767 (P2002-370767)

(22) 出願日

平成14年12月20日 (2002.12.20)

(71) 出願人

391026106

株式会社電制

北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク1,
丁目2番1号

(74) 代理人

110000121

アイアット国際特許業務法人

(72) 発明者

須貝保徳

北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク1
丁目2番1号 株式会社電制内

(72) 発明者

工藤靖博

北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク1
丁目2番1号 株式会社電制内

(72) 発明者

鶴見里香

北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク1
丁目2番1号 株式会社電制内

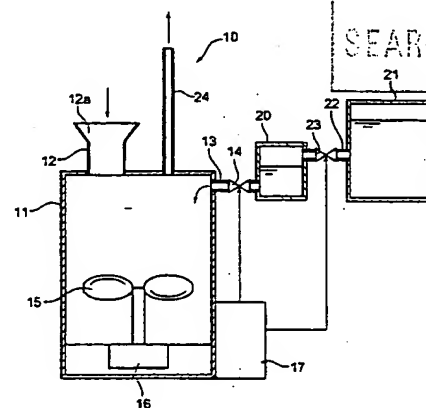
(54) 【発明の名称】 水素生成装置および水素生成方法

(57) 【要約】

【課題】 有機材料から水素を一層効率的に生成し、水素生成量の多い水素生成装置および水素生成方法を提供すること。

【解決手段】 反応容器11の内部に有機材料および水素を分解により生成可能な微生物を投入し、この有機材料を微生物によって分解させることで水素を生成する水素生成装置10であり、微生物を増殖させるための培養液を蓄える培養液備蓄手段21と、培養液備蓄手段21から培養液を供給すると共に、この培養液が供給された状態で内部に微生物が供給されることで微生物が増殖され、増殖された微生物を反応容器11の内部に供給する微生物前培養手段20と、この微生物前培養手段20から反応容器11の内部に微生物を含んだ培養液を供給するに際して、該培養液の供給量を制御する制御手段17と、を具備するものである。

【選択図】 図1



最終頁に続く

FP05-0055-
00W0-SB

05.4.12

SEARCH REPORT

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

反応容器の内部に投入される有機材料から水素を生成する水素生成装置において、上記有機材料の分解によって水素を発生させる微生物を増殖させるための増殖用培養液を蓄える培養液備蓄手段と、上記培養液備蓄手段から増殖用培養液を供給することで、上記微生物が増殖すると共に、該微生物が増殖した状態の増殖済み培養液を上記反応容器の内部に供給するための微生物前培養手段と、上記微生物前培養手段から上記反応容器の内部に上記増殖済み培養液を供給する際に、該増殖済み培養液の供給量を制御する制御手段と、を具備することを特徴とする水素生成装置。

10

【請求項 2】

前記制御手段は、前記反応容器の内部に前記増殖済み培養液を供給する際に、前記微生物前培養手段の内部に該増殖済み培養液を一定量残すように、該増殖済み培養液の供給を制御することを特徴とする請求項 1 記載の水素生成装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記微生物による前記有機材料の分解反応開始からの反応時間、分解反応の進行時の温度、pH の検出結果の内の少なくともいずれか 1 つに基づいて、前記有機材料の反応終了を検知可能としていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の水素生成装置。

20

【請求項 4】

前記微生物前培養手段には、温度調整手段が設けられていて、この温度調整手段は、前記制御手段での制御によって、前記微生物前培養手段に存在する前記増殖用培養液または前記増殖済み培養液が、前記微生物の生存または増殖に適した温度条件に制御することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の水素生成装置。

【請求項 5】

前記反応容器は、投入された前記有機材料を攪拌するための第 1 の攪拌手段を具備することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の水素生成装置。

【請求項 6】

前記反応容器は、前記有機材料を投入するのに先立って、該有機材料の滅菌処理を行うための滅菌機構を具備することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の水素生成装置。

30

【請求項 7】

前記滅菌機構は、前記有機材料が投入される煮沸部と、この煮沸部に投入された前記有機材料を加熱する加熱機構とを具備し、この加熱機構の加熱作用によって上記煮沸部に投入された前記有機材料の滅菌処理を行うことを特徴とする請求項 6 記載の水素生成装置。

【請求項 8】

前記滅菌機構は、前記煮沸部に液体を投入する液体投入手段を具備していて、この液体投入手段を介して液体を投入した状態で、前記加熱機構を作用させて、加熱による前記有機材料の滅菌処理を行うことを特徴とする請求項 7 記載の水素生成装置。

40

【請求項 9】

前記微生物による前記反応容器での前記有機材料の分解反応によって生じた一次排出物を、固体排出物と液体排出物とに分離する固液分離手段と、上記固液分離手段によって分離された上記液体排出物をメタン発酵させることで、メタンを生成するためのメタン発酵手段と、を具備することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の水素生成装置。

【請求項 10】

前記メタン発酵手段は、投入された前記液体排出物を攪拌するための第 2 の攪拌手段を具備することを特徴とする請求項 9 記載の水素生成装置。

【請求項 11】

50

前記固液分離手段によって分離された固体排出物を、微生物によって水と二酸化炭素とに分解するための固形物最終処理手段を具備することを特徴とする請求項 9 または 10 記載の水素生成装置。

【請求項 12】

前記固形物最終処理手段は、投入された前記固体排出物を攪拌するための第 3 の攪拌手段を具備することを特徴とする請求項 11 記載の水素生成装置。

【請求項 13】

反応容器の内部に有機材料を投入し、該有機材料から水素を生成する水素生成方法において、

上記有機材料を上記反応容器の内部に投入する有機材料投入工程と、

上記有機材料の分解によって水素を発生させる微生物を増殖用培養液で培養する微生物前培養工程と、

上記有機材料投入工程に前後して、上記微生物前培養工程で微生物の増殖が為された培養済み培養液を、上記反応容器の内部に供給する増殖済み培養液の供給量を制御する供給量制御工程と、

上記供給量制御工程に基づいて、増殖済み培養液の上記反応容器への供給を実行する供給実行工程と、

上記供給実行工程により増殖済み培養液が上記反応容器の内部に供給されることで、該増殖済み培養液の内部に存在する微生物によって上記有機材料の分解による水素生成が為される水素生成工程と、

を具備することを特徴とする水素生成方法。

【請求項 14】

前記供給量制御工程では、一定量の前記増殖済み培養液を残すように制御して、前記供給実行工程によって前記増殖済み培養液を前記反応容器の内部に供給すると共に、供給されなかった残りの前記増殖済み培養液に対して新たに前記増殖用培養液を供給する増殖用培養液供給工程を具備することを特徴とする請求項 13 記載の水素生成方法。

【請求項 15】

前記水素生成工程では、前記有機材料の分解反応を促進させるために、前記反応容器の内部に投入された前記有機材料を攪拌することを特徴とする請求項 13 または 14 記載の水素生成方法。

【請求項 16】

前記有機材料投入工程に先立って、前記有機材料の滅菌処理を行う滅菌処理工程を具備することを特徴とする請求項 13 から 15 のいずれか 1 項に記載の水素生成方法。

【請求項 17】

前記水素生成工程で前記有機材料の分解反応が終了した後に、さらに、

前記微生物による前記反応容器での前記有機材料の分解反応によって生じた一次排出物を、固体排出物と液体排出物とに分離する固液分離工程と、

上記固液分離工程によって分離された上記液体排出物をメタン発酵させることで、メタンを生成するメタン発酵工程と、

を具備することを特徴とする請求項 13 から 16 のいずれか 1 項に記載の水素生成方法。

【請求項 18】

前記メタン発酵工程では、前記メタン発酵を促進させるために、前記液体排出物を攪拌することを特徴とする請求項 17 記載の水素生成方法。

【請求項 19】

前記固液分離工程によって分離された前記固体排出物を、微生物によって水と二酸化炭素とに分解させるための固形物最終処理工程を具備することを特徴とする請求項 17 または 18 記載の水素生成方法。

【請求項 20】

前記固形物最終処理工程では、前記固体排出物の分解反応を促進するために、前記固体排出物を攪拌することを特徴とする請求項 19 記載の水素生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、投入された有機材料を微生物で分解することによって水素を生成する水素生成装置、および水素生成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から微生物を用いた水素を生成する方法が種々知られている。また、水素を生成する微生物は、水素生成量の大小を別にすれば、意外と多く自然界に存在する。例えば、特開平7-75588号公報には、汚泥コンポスト内の嫌気性微生物を利用して有機排水と汚泥コンポストとの接触によって水素を生成する発明が開示されている。

【0003】

また、特開平7-218469号公報には、発生した水素ガスの量を測定する技術が開示され、その水素ガス生成のための微生物として嫌気性のクロストリジウム属菌および光合成微生物のロドスピリウム等が開示されている。さらに、特開平10-84984号公報には、光合成菌のロドシュードモナス・パルスとリスR-1株を使用して食品工場等から出る糖廃液を嫌気処理した後、その嫌気処理から水素を発生させる技術が開示されている。

【0004】

また、特開平11-69989号公報には、でんぷんを栄養源として供給し、でんぷん資化性かつ有機酸を生成可能なビブリオ・フルビアリスと、有機酸資化性かつ水素生産可能なロドビウム・マリナムを共生させた共生菌群を培養し、水素を発生させる技術が開示されている。さらに、特開平11-130402号公報には、採取した植物に付着した土着の微生物とその採取植物の栄養素や基質を利用して水素を生成する方法が示されている。

【0005】

また、1994年の「用水と排水」(Vol. 36 No. 3の37~44P)には、特開平11-342183号の出願に係る発明者の一人が共同研究者の一人として発表した論文である「シロアリから分離した水素生成菌による廃棄物処理と水素産生」が掲載されている。この論文には、廃棄物を処理して水素を回収するために、水素発酵の反応速度が早く、地下埋没型発酵槽を利用できるなどの理由から非光合成微生物、その中でも特に嫌気性クロストリジウム(Clostridium)属の微生物を用いるのが良いことが示されている。

【0006】

また、この論文には、シロアリから分離された水素生成菌のうちで水素生成量が一番多い菌株であるクロストリジウム バイジェリンキー(Clostridium beijerinckii)を利用して各種の糖(グルコース、スターチ等)とから水素を生成したデータが示されている。さらに、この論文には、水素生成に及ぼす培養温度の影響および培養液のpHの影響を調べたデータが開示されている。

【0007】

【特許文献1】

特開平7-75588号公報(課題を解決するための手段参照)

【特許文献2】

特開平7-218469号公報(段落番号0010、段落番号0011参照)

【特許文献3】

特開平10-84984号公報(段落番号0009以降参照)

【特許文献4】

特開平11-69989号公報(段落番号0005以降参照)

【特許文献5】

特開平11-130402号公報(段落番号0009以降参照)

【非特許文献1】

「用水と排水」(1994年; Vol. 36 No. 3の37~44P)

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した各水素の発生方法では、水素の発生量があまり多くなく、実用化に適したものとなっていない。すなわち、水素生成のためには高価な工業用酵素あるいは添加物を用いたり、長時間を要するため、全体的にコストが掛かっている。また、光合成微生物を用いて水素を生成する方法によれば、光合成を良好に行うために大きな面積が必要となり、装置自体が大型化してしまう、といった問題もある。

【0009】

また、でんぶん単体では、工業用酵素あるいは添加物を用いないと、微生物による分解が効率良く進まない、といった問題もある。また、セルロースを分解する場合、微生物を利用しても完全に分解できないという問題もある。

【0010】

それ故、本願出願人は、特願平11-342183号にて、クロストリジウム属の微生物を有機材料の中に投入することによる、新規な水素の生成方法を提唱している。しかし、かかる水素生成方法よりも一層効率の良い水素生成方法および水素生成装置が望まれている。

【0011】

本発明は、上記の事情にもとづきなされたもので、その目的とするところは、有機材料から水素を一層効率的に生成し、多くの水素を生成できる水素生成装置および水素生成方法を提供しようとするものである。また、他の目的とするところは、有機材料から水素を生成した後の、残りの排出物からメタンを生成する水素生成装置および水素生成方法を提供しようとするものである。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、反応容器の内部に投入される有機材料から水素を生成する水素生成装置において、有機材料の分解によって水素を発生させる微生物を増殖させるための増殖用培養液を蓄える培養液備蓄手段と、培養液備蓄手段から増殖用培養液を供給することで、微生物が増殖すると共に、該微生物が増殖した状態の増殖済み培養液を反応容器の内部に供給するための微生物前培養手段と、微生物前培養手段から反応容器の内部に増殖済み培養液を供給する際に、該増殖済み培養液の供給量を制御する制御手段と、を具備するものである。

【0013】

このようにすることで、培養液備蓄手段から微生物前培養手段に増殖用培養液を供給する。そして、この微生物前培養手段の内部に微生物を投入すれば、該微生物の増殖を図ることができる。また、微生物が増殖された状態の増殖済み培養液は、反応容器に供給されるのに際して、制御手段によって供給量が制御される。それにより、反応容器には、適量の増殖済み培養液を供給することができる。さらに、制御手段の制御により、微生物前培養手段に増殖済み培養液を残存した状態としておくことが可能となる。

【0014】

また、他の発明は、上述の発明に加えて更に、制御手段は、反応容器の内部に増殖済み培養液を供給する際に、微生物前培養手段の内部に該増殖済み培養液を一定量残すように、該増殖済み培養液の供給を制御するものである。

【0015】

このようにすることで、微生物前培養手段の内部には、増殖済み培養液が一定量残された状態となる。この状態で、培養液備蓄手段から微生物前培養手段に増殖用培養液を供給すれば、新たな微生物を供給することなく、該微生物の増殖を図ることができる。すなわち、一度微生物前培養手段に微生物を供給すれば、微生物前培養槽に新たに増殖用培養液を供給するだけで、繰り返し何度でも微生物の増殖を図ることができる。

【0016】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、制御手段は、微生物による有機材料の分解反応開始からの反応時間、分解反応の進行時の温度、pHの検出結果の内の少なくともいずれか1つに基づいて、有機材料の反応終了を検知可能としているものである。

【0017】

このようにしたことで、制御手段は、有機材料の分解反応の進行状況を把握する。そして、この分解反応の進行状況の把握に基づいて、反応容器の内部での有機材料の分解反応が終了したと検知した場合には、その検知に基づいて新たな有機材料を投入する。そして、該有機材料の投入の後に反応容器の内部に増殖済み培養液を供給すれば、水素生成のための新たな有機材料の分解反応を行うことができる。

【0018】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、微生物前培養手段には、温度調整手段が設けられていて、この温度調整手段は、制御手段での制御によって、微生物前培養手段に存在する増殖用培養液または増殖済み培養液が、微生物の生存または増殖に適した温度条件に制御するものである。

【0019】

このようにすることで、制御手段は温度調整手段を用いて微生物前培養手段の中における増殖用培養液または増殖済み培養液を適切な温度に制御調整することができる。かかる適切な温度調整により、微生物は増殖用培養液中において、一層早く増殖される。また、既に増殖が為された微生物は、増殖済み培養液中において、該増殖が為された状態を保つことができる。また、このような適切な温度調整を図ることで、反応容器には、有機材料の分解に適切な状態の増殖済み培養液を供給することができる。それによって、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0020】

さらに、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、反応容器は、投入された有機材料を攪拌するための第1の攪拌手段を具備するものである。かかる第1の攪拌手段を設けることで、有機材料が適度に攪拌される。そして、このような攪拌によって、有機材料の分解反応を促進することができる。また、有機材料の分解反応の促進により、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0021】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、反応容器は、有機材料を投入するのに先立って、該有機材料の滅菌処理を行うための滅菌機構を具備するものである。このようにすることで、反応容器に投入される有機材料は、該投入が為される前に、滅菌機構によって滅菌処理される。それによって、有機材料の中に含まれている雑菌は、死滅する状態となる。また、滅菌処理を図ることで、反応容器の内部に余分な雑菌が入り込むのを防ぐことができる。それによって、雑菌により水素発生以外のための有機材料の分解反応が生じるのを防ぐことができ、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0022】

さらに、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、滅菌機構は、有機材料が投入される煮沸部と、この煮沸部に投入された有機材料を加熱する加熱機構とを具備し、この加熱機構の加熱作用によって煮沸部に投入された有機材料の滅菌処理を行うものである。

【0023】

このようにすることで、煮沸部に投入された有機材料は、加熱機構の作動によって加熱される。この場合、有機材料に含まれている雑菌は、熱に弱い（一般的に、80度以上に煮沸すれば、雑菌はほぼ死滅する。）ので、該有機材料に含まれている雑菌を確実に死滅させることができる。それによって、確実な滅菌処理を行うことができる。また、確実な滅菌処理を行うことによって、反応容器の内部に投入された有機材料から生成される、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0024】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、滅菌機構は、煮沸部に液体を投入する液体投入手段を具備して、この液体投入手段を介して液体を投入した状態で、加熱機構

を作用させて、加熱による有機材料の滅菌処理を行うものである。

【0025】

このようにすることで、滅菌処理時には、煮沸部の内部に、有機材料と共に水等の液体、または水蒸気等が投入される。この状態で、加熱機構を作動させると、煮沸部の内部では、流動性の高い液体が熱せられることで、有機材料を満遍なく加熱することができる。それによって、有機材料の確実な滅菌処理を行うことができる。また、確実な滅菌処理を行うことによって、反応容器の内部に投入された有機材料から生成される、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0026】

さらに、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、微生物による反応容器での有機材料の分解反応によって生じた一次排出物を、固体排出物と液体排出物とに分離する固液分離手段と、固液分離手段によって分離された液体排出物をメタン発酵させることで、メタンを生成するメタン発酵手段と、を具備するものである。

【0027】

このようにすることで、反応容器の内部において、水素生成のための分解反応の終了によって生じた一次排出物は、固液分離手段によって固体排出物と液体排出物とに分離される。このうち、液体排出物からは、メタン発酵手段を用いることで、メタンが生成される。そのため、水素生成が終了した後の一次排出物を利用して、エネルギーとなるメタンを取り出すことができ、有機材料の有効活用を図ることができる。

【0028】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、メタン発酵手段は、投入された液体排出物を攪拌するための第2の攪拌手段を具備するものである。かかる第2の攪拌手段を設けることで、メタン発酵手段においてはメタン発酵が促進される。それによって、単位時間当たりのメタン発生量を増加させることができる。

【0029】

さらに、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、固液分離手段によって分離された固体排出物を、微生物によって水と二酸化炭素とに分解させるための固形物最終処理手段を具備するものである。

【0030】

このようにすることで、固体排出物は、固形物最終処理手段によって水と二酸化炭素とに分解処理される。そして、かかる固体排出物の分解処理を行うことで、該固形物最終処理手段からは、ほとんど排出物（ゴミ）が生じずに済む。それによって、生ゴミ処理装置としても、理想的なものとすることができる。また、上述のような、水と二酸化炭素とに分解する微生物は、固形物最終処理手段の内部において繰り返し利用することができる。それによって、固体排出物の処理に際して、ほとんどコストが掛からない。

【0031】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、固形物最終処理手段は、投入された固体排出物を攪拌するための第3の攪拌手段を具備するものである。このように、固体排出物を第3の攪拌手段で攪拌することによって、固体排出物の水および二酸化炭素への分解反応を促進することができる。

【0032】

さらに、他の発明は、反応容器の内部に有機材料を投入し、該有機材料から水素を生成する水素生成方法において、有機材料を反応容器の内部に投入する有機材料投入工程と、有機材料の分解によって水素を発生させる微生物を増殖用培養液で培養する微生物前培養工程と、有機材料投入工程に前後して、微生物前培養工程で微生物の増殖が為された培養済み培養液を、反応容器の内部に供給する増殖済み培養液の供給量を制御する供給量制御工程と、供給量制御工程に基づいて、増殖済み培養液の反応容器への供給を実行する供給実行工程と、供給実行工程により増殖済み培養液を反応容器の内部に供給することで、該増殖済み培養液の内部に存在する微生物によって有機材料の分解による水素生成が為される水素生成工程と、を具備するものである。

【0033】

このようにすることで、微生物前培養工程では、反応容器の内部において有機材料の分解反応に必要な微生物を培養し、該微生物の増殖を図ることができる。そして、増殖済み培養液を供給実行工程で反応容器の内部に供給することによって、有機材料の分解反応を良好に進行させることができる。また、供給量制御工程では、増殖済み培養液の供給量を制御することによって、一定量の増殖済み培養液を残存した状態としておくことが可能となる。それによって、残存した増殖済み培養液に新たに増殖用培養液を供給すれば、新たな微生物の培養を即座に開始することができる。

【0034】

また、他の発明は、上述の発明に加えて更に、供給量制御工程では、一定量の増殖済み培養液を残すように制御して、供給実行工程によって増殖済み培養液を反応容器の内部に供給すると共に、供給されなかった残りの増殖済み培養液に対して新たに増殖用培養液を供給する増殖用培養液供給工程を具備するものである。

【0035】

このようにすることで、増殖用培養液供給工程で新たに増殖用培養液を供給すれば、残りの増殖済み培養液に含まれている微生物の増殖を図ることができる。すなわち、新たに微生物の菌株を供給しなくても、該微生物の増殖を図ることができ、繰り返し何度でも該微生物の増殖を図ることができる。それによって、該微生物の増殖を経済的に行うことが可能となる。

【0036】

さらに、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、水素生成工程では、有機材料の分解反応を促進させるために、反応容器の内部に投入された有機材料を攪拌するものである。

【0037】

このようにすることで、水素生成工程において、有機材料が適度に攪拌される。そして、このような攪拌によって、有機材料の分解反応を促進することができる。また、有機材料の分解反応の促進により、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0038】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、有機材料投入工程に先立って、有機材料の滅菌処理を行う滅菌処理工程を具備するものである。このようにすることで、反応容器に投入される有機材料は、該投入が為される前に、滅菌工程によって滅菌処理される。それによって、有機材料の中に含まれている雑菌は、死滅する状態となる。また、滅菌工程によって滅菌処理を図ることで、反応容器の内部に余分な雑菌が入り込むのを防ぐことができる。それによって、雑菌により水素発生以外のための有機材料の分解反応が生じるのを防ぐことができ、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0039】

さらに、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、水素生成工程で有機材料の分解反応が終了した後に、さらに、微生物による反応容器での有機材料の分解反応によって生じた一次排出物を、固体排出物と液体排出物とに分離する固液分離工程と、固液分離工程によって分離された液体排出物をメタン発酵させることで、メタンを生成するメタン発酵工程と、を具備するものである。

【0040】

このようにすることで、反応容器の内部において、水素生成のための分解反応の終了によって生じた一次排出物は、固液分離工程によって固体排出物と液体排出物とに分離される。このうち、液体排出物からは、メタン発酵工程によってメタンが生成される。そのため、水素生成が終了した後の一次排出物を利用して、エネルギーとなるメタンを取り出すことができ、有機材料の有効活用を図ることができる。

【0041】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、メタン発酵工程では、メタン発酵を促進させるために、液体排出物を攪拌するものである。このように、液体排出物の攪拌を行うことによって、メタン発酵工程においてメタン発酵が促進される。それによって、単位時

10

20

30

40

50

間当たりのメタン発生量を増加させることができる。

【0042】

さらに、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、固液分離工程によって分離された固体排出物を、微生物によって水と二酸化炭素とに分解させるための固形物最終処理工程を具備するものである。

【0043】

このようにすることで、固体排出物は、固形物最終処理工程によって水と二酸化炭素とに分解処理される。そして、かかる固体排出物の分解処理を行うことで、ほとんど排出物（ゴミ）が生じずに済む。それによって、生ゴミ処理装置としても、理想的なものとするることができる。また、上述のような、水と二酸化炭素とに分解する微生物は、固形物最終処理工程において繰り返し利用することができる。それによって、固体排出物の処理に際して、ほとんどコストが掛からない。

【0044】

また、他の発明は、上述の各発明に加えて更に、固形物最終処理工程では、固体排出物の分解反応を促進するために、固体排出物を攪拌するものである。このように、固形物最終処理工程において固体排出物を攪拌することによって、固体排出物の水および二酸化炭素への分解反応を促進することができる。

【0045】

【発明の実施の形態】

（第1の実施の形態）

以下、本発明の第1の実施の形態について、図1から図3に基づいて説明する。図1は、本実施の形態に用いられる水素生成装置10の構成を示す側断面図である。この図において、水素生成装置10は、反応容器11を有している。反応容器11には、水素生成用の材料を投入するための材料投入口12aが設けられている。なお、図示はしていないが、投入する材料が固形物の場合、材料投入口12aの部分に粉碎器が設けられる。また、本実施の形態では、上方に開口する材料投入口12aが、径の大きな配管状部材12の上端に形成されている。この配管状部材12は、反応容器11の上端面に接続されている。有機材料は、配管状部材12から反応容器11の内部に投入可能としている。

【0046】

なお、材料投入口12aは、反応容器11の内部に材料を投入した後に、蓋（不図示）によって閉塞されるものでも良い。このように構成すれば、外部から雑菌が進入するのを防止可能となる。

【0047】

また、反応容器11の側面部分の上方側には、後述するような、水素生成のための微生物（本実施の形態では、クロストリジウム属の微生物；以下、微生物Aとする。）を投入するための微生物供給管路13の一端が接続されている。微生物供給管路13の他端は、後述する微生物前培養槽20に接続されているので、反応容器11の内部に適量の培養液を供給することが可能である。なお、以下の説明においては、微生物Aの増殖が為された後の培養液を、増殖済み培養液として説明する。また、培養液タンク21に存在する培養液、または微生物Aの増殖が為される前の、微生物前培養槽20の中の培養液を、増殖用培養液として説明する。

【0048】

この微生物供給管路13の所定位置には、調整弁14が設けられている。この調整弁14の開閉、および開放量が制御されることにより、後述する微生物前培養槽20から反応容器11への培養液の供給量、および供給を行うか否かが調整／制御可能となる。

【0049】

なお、調整弁14は、微生物供給管路13の内部に設けられる構成とはせずに、微生物前培養槽20において微生物供給管路13との境界部分、および反応容器11と微生物供給管路13との境界部分に設ける構成としても良い。

【0050】

反応容器 11 には、この内部を陰圧に設定可能なように、真空ポンプ等の吸引手段（不図示）が接続されている。また、反応容器 11 の内部には、第 1 の攪拌手段としてのフィン 15 が設けられている。フィン 15 は、反応容器 11 の内部に投入された有機材料を攪拌し、反応促進の役割を果たすものである。かかるフィン 15 の一例としては、上下左右に均等に攪拌可能とするために、例えば 2 枚羽根からなるフィン 15 において、そのうちの一枚の羽根を、中心線から斜め上方に傾斜するように設け、もう一枚の羽根を、中心線から斜め下方に傾斜するように設けている。

【0051】

しかしながら、反応容器 11 の内部を良好に攪拌できれば、フィン 15 は、いかなる形状であっても良い。また、フィン 15 は、本実施の形態では、ステンレス製となっているが、全体が磁性材料またはセラミック等の多孔質の吸着性部材を用いても良い。このような多孔質の部材とすると、反応容器 11 に入れられる有機材料中に水銀等の金属やコピー用トナーが混じっているときに、それらを拡散させず補足することが可能となる。なお、フィン 15 で攪拌する以外に、例えば反応容器 11 の全体を揺動したり、反応容器 11 の全体を回転させることによって、攪拌を行っても良い。

【0052】

また、反応容器 11 には、上述のフィン 15 に直結するモータ 16 が設けられていて、このモータ 16 の駆動により、攪拌が為される。また、反応容器 11 の外部には、該反応容器 11 の内部での反応の様子を監視する監視装置 17 が設けられている。この監視装置 17 により、反応時間と反応進行時の温度や pH の監視がされ、また反応時間が常に算出される。また、監視装置 17 は、ブザーあるいはランプ等の報知手段を用いて、外部に反応が収束したことを外部に伝達可能となっている。

【0053】

この監視装置 17 は、制御手段としての機能をも果たす。すなわち、後述する微生物供給管路 13 および培養液供給管路 22 の調整弁 14、23 は、上述の監視装置 17 に接続されている。そして、この監視装置 17 での調整弁 14、23 の開放制御により、後述する培養液タンク 21 から微生物前培養槽 20 への培養液の供給、および反応容器 11 の内部への微生物 A を含んだ培養液の供給が制御される。

【0054】

なお、監視装置 17 に、制御手段としての機能を兼用させる構成とはせずに、制御手段に対応する制御装置を別途設けるようにしても良い。

【0055】

また、微生物供給管路 13 の他端側には、微生物前培養手段としての微生物前培養槽 20 が接続されている。この微生物前培養槽 20 は、増殖用培養液の中で、微生物 A を増殖させるものである。また、この微生物前培養槽 20 は、微生物 A の増殖が為された、増殖済み培養液において、該微生物 A が生存している状態を維持するものである。そのために、この微生物前培養槽 20 では、温度調整手段（不図示）が設けられている。この温度調節手段の作用によって、微生物前培養槽 20 が増殖に最適な温度に保たれる。

【0056】

なお、増殖に対して最も望ましい温度としては、37 度前後があるが、後述する反応容器 11 の内部における反応進行と同様に、25 度から 45 度の範囲であれば、十分に微生物 A を増殖可能となっている。また、増殖可能であれば、この範囲以外の温度であっても良い。また、温度調整手段としては、電熱ヒータ、加熱ボイラ等、種々のものを用いることが可能である。

【0057】

この微生物前培養槽 20 には、培養液供給管路 22 の一端側が接続されている。また、該培養液供給管路 22 の他端側は、培養液備蓄手段としての培養液タンク 21 に接続されている。培養液タンク 21 には、微生物 A の培養に適した増殖用培養液が蓄えられる。そして、この培養液タンク 21 からは、微生物前培養槽 20 から反応容器 11 の内部に微生物 A を供給した後に、該微生物前培養槽 20 に新たな増殖用培養液を供給可能となっている

【0058】

なお、この培養液供給管路22にも、調整弁23が設けられている。そして、この調整弁23が監視装置17で制御されることで、調整弁23の開閉が制御され、また開放時には適切な開放量に制御される。なお、この調整弁23も、微生物前培養槽20と培養液供給管路22との境界部分、または培養液タンク21と培養液供給管路22との境界部分に設けるようにしても良い。

【0059】

また、反応容器11の上端面には、水素取出管路24の一端が接続されている。水素取出管路24は、比重の軽い水素を反応容器11から外部に排出するためのものである。この水素取出管路24の他端は、外部に設けられた不図示の水素貯蔵合金やガスボンベ等の水素貯留部（不図示）に蓄えられる。このような構成により、微生物Aを用いて有機材料から水素が生成されると共に、生成された水素は、水素貯留部に蓄えられる。

【0060】

以上のような水素生成装置10を用いて水素を生成する方法を、図2に基づいて以下に説明する。

【0061】

まず、反応容器11の内部に、有機材料を投入する（ステップS1；有機材料投入工程に対応）。投入される有機材料は、例えばジャガイモ等のでんぷん質材料と、キャベツに代表される青物野菜類とを混ぜたもの、とうもろこしの芯に代表される穀物類、ホタテの廃棄物の一つであるウロ、あるいは家畜の内臓等である。しかしながら、上述の有機材料は、例示に過ぎず、この他に植物性廃棄物等の植物性有機材料、あるいは動物性廃棄物等の動物性有機材料を用いることも可能である。

【0062】

また、でんぷん質材料を分解させる場合、単体で反応を進行させても良いが、でんぷん質材料と青物野菜類、あるいはホタテのウロ等の様に、成分の異なる異質な有機材料を混合すれば、これら青物野菜類あるいはホタテのウロが酵素の代わりになり、反応が促進する結果となる。このように、同種の材料ではなく、種類が異なる異質な材料を組み合わせることは、反応促進上好ましい。

【0063】

ここで、この投入の工程に先立って、微生物前培養槽20では、予め微生物Aを培養しておく必要がある（ステップS2；微生物前培養工程）。そのため、まず微生物前培養槽20に増殖用培養液を蓄えておき、この増殖用培養液中に微生物Aの菌株を添加する。そして、この微生物前培養槽20を、所定温度（25度から45度の範囲内であり、好ましくは37度）に設定する。また、この温度を保ったまま、一定時間放置する。培養に必要な放置時間としては、12時間から24時間の間であれば、十分微生物Aが増殖し、好ましいものとなる。しかしながら、これ以外の放置時間であっても、微生物Aの増殖が十分に為されるものであれば、どのような放置時間であっても良い。

【0064】

これらの有機材料を投入した後、または事前、または同時に、嫌気性細菌であるクロストリジウム属の微生物（微生物A）を、微生物前培養槽20から微生物供給管路13を介して、反応容器11の中に、増殖済み培養液に含まれた状態で投入する（ステップS3）。このクロストリジウム属の微生物（微生物A）には、例えば、クロストリジウム バイジェリンキー（*Clostridium beijerinckii*）AM21B株（文献：Journal of Fermentation and Bioengineering 73:244-245,1992）や、クロストリジウム sp（*Clostridium* sp.）No.2株（文献：Canadian Journal of Microbiology 40:228-233,1994）、あるいはクロストリジウム sp（*Clostridium* sp.）X53株（文献：Journal of Fermentation and Bioengineering 81:178-180,1996）等がある。しかしながら、クロストリジウム属の微生物（微生物A）は、これには限定されず、その他にも種々の菌株が適用可能である。

【0065】

そして、上述の放置時間が経過し、微生物 A が十分に増殖された後の増殖済み培養液は、反応容器 11 の内部に投入される（ステップ S 3；供給実行工程および供給量制御工程に対応）。それによって、微生物 A による有機材料の分解反応が開始される。

【0066】

ここで、培養液を反応容器 11 の内部に供給する場合には、監視装置 17 による制御によって、微生物前培養槽 20 の中にある増殖済み培養液の全てを反応容器 11 の中に供給せずに、所定の量だけ増殖済み培養液を微生物前培養槽 20 の中に残すようにしておく（この部分がステップ S 3 において供給量制御工程に対応する。）。

【0067】

そして、反応容器 11 に増殖済み培養液を供給した分だけ、新たに増殖用培養液を培養液タンク 21 から微生物前培養槽 20 に供給する（ステップ S 4；増殖用培養液供給工程に対応）。このように、増殖済み培養液を微生物前培養槽 20 の中に残した状態で、増殖用培養液を供給する。すると、微生物前培養槽 20 では、新たに微生物前培養槽 20 に微生物 A の菌株を供給しなくても、微生物 A の培養を開始することができる。

【0068】

なお、ステップ S 4 における微生物前培養槽 20 への増殖用培養液の供給は、増殖済み培養液を反応容器 11 の内部に供給した直後に行わずに、所定の時間経過した後に行うようにしても良い。また、上述の説明では、ステップ S 1 を行った後に、ステップ S 2～S 4 を実行するようにしているが、各ステップ S 2～S 4 の夫々を実行した後、または同時にステップ S 1 を実行するようにしても良い。

【0069】

ここで、反応容器 11 の内部での温度が、25 度から 45 度までの範囲であれば、微生物 A による有機材料の分解反応は進行する。しかし、微生物 A の増殖および水素の発生量を考慮すると、好ましくは 30 度から 42 度までに調整するのが良い。また、上述のクロストリジウム属の微生物（微生物 A）を投入した後に、反応容器 11 の内部をポンプ等で吸引して若干陰圧（負圧）にしても構わない。この場合、反応がより促進されるものとなる。さらに、反応容器 11 の内部の pH を調整しても良く、この場合、pH は 4.0 から 8.0 とする方が望ましい。

【0070】

また、図 2 のフローチャートに示すように、反応容器 11 の内部の温度を所定の温度に調整しながら、モータ 16 を作動させてフィン 15 を反応容器 11 の内部で回転駆動させ、微生物 A と有機材料の攪拌を行うようにするのが好ましい（ステップ S 5）。それにより、反応容器 11 内でまんべんなく有機材料の分解反応が進行し、局所的に水素が生成されて蓄積された状態となったとしても、部分的な過飽和状態を作り出すことがなくなる。すなわち、分解反応を有機材料の全体に亘って良好に進行させることが可能となる。

【0071】

有機材料の分解による反応で生成された水素は、水素取出管路 24 から排出されて（ステップ S 6）、外部に設けられた水素貯蔵合金やガスボンベ等の水素貯留部に貯留される。また、すぐに水素を燃焼室に導いて、エネルギーとして燃焼させても構わない。さらには、水素を燃料電池に供給して、発電に利用しても良い。

【0072】

また、図 2 のフローチャートに示すように、有機材料を分解し、水素を生成している間中、監視装置 17 によって、水素を生成するための分解反応が収束したか否かを検知するようにしても良い（ステップ S 7）。この場合、有機材料の分解反応は、未だ終了していない状態である。そして、分解反応が収束せずに、継続している場合（ステップ S 7 において、No の場合）には、ステップ S 5 に戻り、混合／攪拌を継続する。

【0073】

また、監視装置 17 が分解反応の収束に至ったと判断した場合（ステップ S 7 において、Yes の場合）には、監視装置 17 は、続いて有機材料がなくなるまで分解が進行したか（すなわち、有機材料の分解が終了したか）否かを検出する（ステップ S 8）。そして、

有機材料の分解が終了していない場合（ステップ S 8 において、N.o の場合）には、有機材料の分解に必要な微生物 A が足りないこととなる。そのため、微生物 A を投入する（ステップ S 9）。そして、ステップ S 9 における微生物投入後、ステップ S 5 に戻り、混合／攪拌を継続する。

【0074】

また、ステップ S 8 において、監視装置 17 が有機材料の分解終了に至ったと判断した場合（Y e s の場合）には、有機材料の分解反応を終了させる。すなわち、監視装置 17 が分解終了を検知した場合、フィン 15 の攪拌動作を停止させる。そして、例えばブザーやランプ、或いは表示手段によって反応が収束したことを外部に知らせる。

【0075】

そして、反応容器 11 の内部における有機材料の分解反応が終了した場合（図 3 において示される反応収束点に到達した場合）には、該反応容器 11 の内部において分解されずに残っている有機材料（一次排出物）を取り出す（ステップ S 10）。以上のようにして、水素生成のための工程が終了する。

【0076】

また、有機材料の分解反応を継続する場合には、上述のステップ S 1 からの手順を、同様に繰り返す。その場合にも、上述したように、微生物前培養槽 20 の内部に増殖済み培養液を残した状態としておく。それによって、増殖用培養液を微生物前培養槽 20 の内部に供給するだけで、微生物 A を微生物前培養槽 20 に供給することなく、繰り返し何度でも微生物 A を培養できる。そして、新たに微生物 A を多量に含む状態となった増殖済み培養液を、反応容器 11 の内部に供給することで、即座に新たな分解反応を開始することができる。

【0077】

なお、上述の水素生成方法においては、必要に応じて、増殖済み培養液を、随時、反応容器 11 の内部に投入するようにしても良い。また、増殖が十分にされていない状態であって、微生物前培養槽 20 の内部にある増殖用培養液を、必要に応じて、随時、反応容器 11 の内部に投入するようにしても良い。このようにすることで、有機材料の分解反応を一層促進させることができる。

【0078】

ここで、反応時間と水素発生量につき、知見として得られた関係について、その一例を図 3 に示す。図 3 の横軸は反応時間、縦軸は水素発生量である。選択する有機物によって異なるが、反応を始めてから、約 2 ～ 4 時間で急速に水素発生量が多くなり、約 5 ～ 8 時間で水素発生量がピークに達し、その後、緩やかに水素発生量が減少する。

【0079】

この関係より、監視装置 17 で何をどの程度の量入れたのかを検知したり、予め設定することにより、一定の基準まで水素発生量が減少すると予想される反応終了時点（反応収束点）で自動的にフィン 15 の攪拌動作を停止させることが可能となる。そして、反応収束点に至った場合、水素発生のための有機材料の分解反応が、反応収束点に到達したと判断される。現在反応容器 11 の内部に存在する有機材料を取り出して、この有機材料を用いた水素発生のための分解反応を終了させる。

【0080】

このような構成の水素生成装置 10、および水素生成方法によれば、微生物前培養槽 20 において微生物 A が十分に培養された後に、反応容器 11 に培養液が供給される。このように、微生物前培養槽 20 で微生物 A を十分に培養した後に、それを供給しているので、該微生物 A の供給の度に、菌株を反応容器 11 に投入する必要がなくなる。それによって、一度菌株を購入すれば、その菌株を繰り返し何度でも用いることができる。したがって、有機材料の分解反応を経済的に行うことができる。

【0081】

特に、微生物前培養槽 20 においては、増殖済み培養液を反応容器 11 の内部に供給する際に、監視装置 17 によって、一定量だけ微生物前培養槽 20 の中に残すように制御して

10

20

30

40

50

いる。そのため、培養液タンク 21 から新たな増殖用培養液を微生物前培養槽 20 の内部に供給するだけで、即座に微生物 A の培養を開始することができる。そのため、繰り返し何度でも微生物 A の培養を図ることができる。また、次の有機材料の投入に備えて、該微生物 A を増殖し、新たな投入のための十分な準備を図ることができる。

【0082】

また、微生物前培養槽 20 を設けることで、有機材料の分解反応の中途段階においても、必要に応じて随時、微生物 A の増殖が十分に為された増殖済み培養液あるいは微生物 A を多量に含んだ状態の増殖用培養液を反応容器 11 の内部に供給可能となる。そのため、有機材料の分解反応の進行状況、あるいは環境変化に対応させて、該有機材料の分解反応の最適化を図ることができる。それによって、単位時間当たりの水素発生量を増加させるこ

10

【0083】

また、監視装置 17 は、微生物 A による有機材料の分解反応開始からの反応時間と、反応進行時の温度と、pH の検出結果とに基づいて、有機材料の反応終了を検知する。そのため、監視装置 17 は、有機材料の分解反応の進行状況を常に把握した状態となる。

【0084】

そして、この分解反応の進行状況の把握に基づいて、反応容器 11 の内部での有機材料の分解反応が終了したと判断された場合には、例えばブザーやランプといった報知手段により、新たな有機材料の投入時間となったことを報知させることができる。それにより、新たな有機材料を投入すると共に、監視装置 17 での制御に基づいて増殖済み培養液を供給

20

【0085】

また、微生物前培養槽 20 の内部では、温度調節手段を用いて増殖用培養液または増殖済み培養液を、増殖に適した温度に調整することができ、調整後にはこの温度を保つことができる。このように、増殖用培養液または増殖済み培養液を適切な温度へ調整し、また調整された状態を保つことにより、微生物 A は増殖用培養液中においては一層早く増殖される。また、既に増殖が為された増殖済み培養液中においては、微生物 A の増殖が最適に為された状態を保つことができる。

【0086】

また、このような温度調整を行うことで、反応容器 11 には、有機材料の分解に最適な状態の増殖済み培養液を供給することができる。それによって、単位時間当たりの水素発生量を増加させることも可能となる。

30

【0087】

さらに、反応容器 11 の内部には、フィン 15 が設けられている。このフィン 15 が、反応容器 11 の内部で、有機材料の攪拌を行うことにより、該有機材料の分解反応を促進させることができる。それによって、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0088】

(第 2 の実施の形態)

以下、本発明の第 2 の実施の形態について、図 4 および図 5 に基づいて説明する。なお、本実施の形態においては、上述の第 1 の実施の形態で述べたものと同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。

40

【0089】

本実施の形態においては、上述の第 1 の実施の形態で述べた水素生成装置 10 に、滅菌機構 31 を付加したものである。以下、この滅菌機構 31 を加えた水素生成装置 30 の詳細について述べる。なお、以下に説明する滅菌機構 31 は、配管状部材 32 と、煮沸部 33 と、水投入配管 35 と、加熱機構 36 と、圧力調整機構とから構成されている。しかしながら、滅菌機構 31 であるためには、最低限、有機材料を煮沸することで滅菌処理を行う煮沸部 33 を具備するものであれば良い。

【0090】

50

図 4 に示すように、滅菌機構 3 1 は、上述の第 1 の実施の形態における配管状部材 1 2 の中途部位に設けられている。この滅菌機構 3 1 には、上述の第 1 の実施の形態で述べたのと同様な、材料投入口 3 2 a が設けられている。この材料投入口 3 2 a は、配管状部材 3 2 の一端（上端）に、開口して形成されている。

【0091】

また、配管状部材 3 2 は、その他端が煮沸部 3 3 に接続されている。煮沸部 3 3 は、その内部に投入される有機材料を所定量蓄えることを可能とする空間部 3 3 a を有している。そのため、材料投入口 3 2 を介して投入された有機材料は、一時的に煮沸部 3 3 の空間部 3 3 a に存在する。

【0092】

また、煮沸部 3 3 は、接続管 3 4 を介して反応容器 1 1 に接続されている。接続管 3 4 には、その煮沸部 3 3 側の開口部分に、不図示の開閉蓋が設けられている。この開閉蓋が開くことで、滅菌処理が終了した有機材料を、反応容器 1 1 側に供給可能となる。なお、開閉蓋が閉じている状態で、有機材料の投入が為され、後述する水投入口 3 5 a から水を入力して該有機材料の煮沸を行うことも可能である。

【0093】

煮沸部 3 3 には、液体投入手段としての水投入配管 3 5 の他端側が接続されている。水投入配管 3 5 の一端側は、水投入口 3 5 a となっていて、煮沸部 3 3 の空間部 3 3 a に十分な量の水を供給可能としている。また、煮沸部 3 3 には、加熱機構 3 6 が設けられている。加熱機構 3 6 は、空間部 3 3 a に有機材料および水が供給された状態で、該有機材料および水を加熱（煮沸）する機構である。かかる加熱により、空間部 3 3 a に存在する有機材料の滅菌処理が為される。

【0094】

なお、水投入配管 3 5（水投入口 3 5 a）は、必ずしも設ける必要はなく、単に煮沸部 3 3 を加熱機構 3 6 で加熱するようにしても良い。また、水の代わりに、熱湯や他の液体、または水蒸気等を供給するようにしても良い。

【0095】

煮沸部 3 3 には、圧力調整機構 3 7 が設けられている。この圧力調整機構 3 7 は、加熱機構 3 6 による空間部の加熱時に、該空間部の圧力を適正に保つためのものである。加熱機構 3 6 と共に、圧力調整機構 3 7 が設けられることにより、空間部の内部を、滅菌処理に適した温度および圧力に調整することが可能となる。

【0096】

以上のような水素生成装置 3 0 を用いて水素を生成する方法を、図 5 を用いて以下に説明する。

【0097】

本実施の形態においては、反応容器 1 1 の内部に有機材料を投入するのに先立って、該有機材料の滅菌処理を行う（滅菌処理工程に対応）。この滅菌処理を行うに際しては、まず、材料投入口 3 2 a から、有機材料を煮沸部 3 3 の空間部 3 3 a に投入する（ステップ S 1 1）。また、この有機材料の投入の後に、水投入口 3 5 から所定量の水を、空間部 3 3 a に投入する（ステップ S 1 2）。それによって、この空間部 3 3 a には、有機材料と水とが混じった状態となる。なお、ステップ S 1 2 を、ステップ S 1 1 の前に行ったり、同時に行うようにすることもできる。

【0098】

この状態で、加熱機構 3 6 を作動させて、空間部 3 3 a に存在する、水と混合した状態の有機材料を加熱する（ステップ S 1 3）。この場合、加熱機構 3 6 は、有機材料を略 80 度程度まで加熱するのが好ましい。しかしながら、滅菌処理を良好に行える温度であれば、加熱温度は 80 度程度には限られるものではなく、例えば 80 度以上の温度、または 80 度程度以下の 65 度程度以上としても良い。

【0099】

また、上述のように、好ましい温度として 80 度程度までの加熱に伴って水が蒸発して蒸

10

20

30

40

50

気となり、空間部 33a における圧力が上昇する。この圧力の上昇に際して、圧力調整機構 37 を作動させて、該空間部 33a における圧力が適正な圧力となるように調整する。適正な圧力としては、1.2～1.3 気圧とするのが好ましい。しかしながら、空間部 33a における圧力も 1.2～1.3 気圧に限られるものではなく、例えば 1.2～1.3 気圧以上の圧力、またはこれより低い圧力としても良い。

【0100】

かかる温度、および圧力の条件を、所定時間維持する。この所定時間としては、5～20 分程度とするのが好ましい。このように、適正な温度、圧力の条件下で、所定時間だけ、空間部 33a に存在する有機材料を煮沸すると、該有機材料が含んでいる雑菌等が死滅し、滅菌処理が施されたこととなる。

【0101】

このような滅菌処理を経た後に、接続管 34 を介して、有機材料を反応容器 11 の内部に供給する。なお、この有機材料の供給は、図 2 におけるステップ S1 に対応するものである。

【0102】

なお、有機材料を反応容器 11 の内部に供給した以降の処理手順については、上述の第 1 の実施の形態で述べた手順（図 2 参照）と同様である。すなわち、本実施の形態においても、新たに反応容器 11 に微生物 A を供給する場合に、微生物前培養槽 20 の内部に増殖済み培養液を残した状態としておく。それによって、増殖用培養液を微生物前培養槽 20 の内部に供給するだけで、微生物 A を微生物前培養槽 20 に供給しなくても、繰り返し何

【0103】

次に、微生物 A を多量に含む状態の増殖済み培養液を、反応容器 11 の内部に供給する。それによって、有機材料の分解反応が開始され、水素が生成されることとなる。

【0104】

このような構成の水素生成装置 30 によれば、滅菌処理を行った後に、反応容器 11 に有機材料を供給するため、反応容器 11 に供給される有機材料は、他の雑菌が付着していない状態とすることができる。かかる状態で増殖済み培養液を供給した場合、該増殖済み培養液に含まれている、水素生成のための微生物 A（本実施の形態では、クロストリジウム属の微生物）が、他の細菌の影響を受けずに、効率的に有機材料を分解することができる

【0105】

このように、水素生成のための微生物 A が、効率的に有機材料を分解できるので、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。また、本実施の形態のような、煮沸による滅菌処理を行うことで、煮沸部 33 の空間部 33a も、滅菌処理が為された状態となる。したがって、有機材料を繰り返し反応容器 11 に供給する場合でも、該煮沸部 33 の空間部 33a で雑菌が繁殖せず、清潔度を保つことができる。

【0106】

また、滅菌機構 31 は、有機材料が投入される煮沸部 33 と、この煮沸部 33 に投入された有機材料を加熱する加熱機構 36 を備えている。このため、煮沸部 33 に投入された有機材料が、加熱機構 36 によって加熱されることで、有機材料に含まれている雑菌を死滅させることができる。すなわち、一般に雑菌は 80 度以上に加熱（煮沸）した場合には、ほぼ死滅する状態となる。そのため、かかる構成により、確実な滅菌処理を行うことができる。また、確実な滅菌処理を行うことによって、反応容器 11 の内部に投入された有機材料から生成される、単位時間当たりの水素発生量を増加させることもできる。

【0107】

加えて、滅菌機構 31 は、煮沸部 33 に水を投入するための水投入口 35a も具備している。そのため、滅菌処理時には、煮沸部 33 の内部に、有機材料と共に水等の液体が投入される。この状態で、加熱機構 31 を作動させると、煮沸部 33 の内部では、流動性の高い液体が熱せられる。それによって、有機材料を満遍なく加熱することができ、有機材料

の確実な滅菌処理を行うことができる。また、確実な滅菌処理を行うことで、反応容器 11 の内部に投入された有機材料から生成される、単位時間当たりの水素発生量を増加させることができる。

【0108】

なお、本実施の形態では、第 1 の実施の形態で述べた、繰り返し微生物 A を供給するための機構（微生物前培養槽 20 および培養液タンク 21）に加えて、滅菌機構 31 を設ける構成としているが、かかる繰り返し微生物 A を供給するための機構を除いた状態で、滅菌機構 31 を設ける構成としても良い。この場合にも、上述したような、水素生成量の増加、および清潔度の維持といった作用を奏させることができる。

【0109】

（第 3 の実施の形態）

以下、本発明の第 3 の実施の形態について、図 6 および図 7 に基づいて説明する。なお、本実施の形態は、上述の第 2 の実施の形態で述べた構成に加えて、メタン生成機構 41 を備えた、水素生成装置 40 に関するものである。以下、上述の第 1 の実施の形態、および第 2 の実施の形態で述べたのと、同一の構成については、同一の符号を用いて説明する。また、本実施の形態では、メタン生成機構 41 以外にも、後述するように、固体排出物を処理するための固形物最終処理槽 44 を具備した構成について説明する。

【0110】

図 6 に示すように、反応容器 11 の下端側には、排出配管 42 を介して、固液分離手段としての固液分離槽 43 が接続されている。固液分離槽 43 は、反応容器 11 で分解反応が終了した後の一次排出物を、固体排出物と液体排出物とに分離するものである。すなわち、反応容器 11 において、有機材料の分解反応が進行すると、水素を生成すると共に、水や他のガス（二酸化炭素等）も生成される。また、上述の第 2 の実施の形態で述べた滅菌機構 31 に設けられている水投入口 35a から投入された水は、反応容器 11 の内部にも存在する。

【0111】

このため、固液分離槽 43 では、水（液体）と混合した状態にある、水素生成終了後の一次排出物が、固体と液体とに分離される。なお、固体と液体とを分離する手法としては、フィルタを用いて分離する等、種々の手法を適用することが可能である。

【0112】

固液分離槽 43 には、固形物用配管 45 を介して、固形物最終処理手段としての固形物最終処理槽 44 が接続されている。固形物最終処理槽 44 は、一次排出物の固液分離が為された後の固体排出物を、水と二酸化炭素とに分離するものである。かかる固体排出物排出物は、固形物最終処理槽 44 において、所定の微生物を用いて、水と二酸化炭素とに分解される。

【0113】

用いる微生物としては、特願 2001-167101 号の特許出願で開示されるような、*Bacillus amyloliquefaciens* 148（受託番号；FERM P-18349）、*Bacillus amyloliquefaciens* 2414（受託番号；FERM P-18347）、*Bacillus subtilis* 237（受託番号；FERM P-18350）、菌株 4. *Bacillus licheniformis* 136（受託番号；FERM P-18346）、菌株 5. *Bacillus licheniformis* 2530（受託番号；FERM P-18348）が好適である。

【0114】

かかる微生物を用いた場合には、固体排出物を水と二酸化炭素とに良好に分解することが可能となる。しかしながら、固形物最終処理槽 44 で用いられる処理用微生物は、上述の菌株 1～5 には限られず、上述の固体排出物を良好に水と二酸化炭素とに分解できるものであれば、どのような微生物を用いても良い。なお、以下の説明においては、これら菌株 1～5 を含め、水と二酸化炭素とに分離する微生物を、微生物 B として説明する。

【0115】

固形物最終処理槽 44 には、その内部に第 3 の攪拌手段としてのフィン 46 が設けられて

10

20

30

40

50

いる。このフィン46により、固形物最終処理槽44の中における固体排出物は攪拌される。それによって、該固体排出物の水および二酸化炭素等への分解反応が促進される。なお、固形物最終処理槽44には、該フィン46を回転駆動させるためのモータ47が設けられている。

【0116】

また、固液分離槽43には、固形物最終処理槽44の他に、液体用配管48を介して、メタン発酵手段としてのメタン発酵槽49が接続されている。このメタン発酵槽49は、一次排出物の固液分離が為された後の液体排出物から、メタンを生成するものである。かかるメタン生成のために、メタン発酵槽49には、メタン菌を内部に予め投入した状態にしておく。それによって、液体排出物がメタン菌によって分解され、メタンガスを生成可能となる。

10

【0117】

このメタン発酵槽49には、その内部に第2の攪拌手段としてのフィン50が設けられている。フィン50は、該メタン発酵槽49に設けられているモータ51により回転駆動せられる。それによって、メタン発酵槽49の内部をフィン50で攪拌し、メタン発酵のための反応促進を図ることが可能となる。

【0118】

また、メタン発酵槽49の上端部には、メタン取出管路52の一端が接続されている。このメタン取出管路52は、その他端が不図示のメタン備蓄部に接続されている。それによって、メタン発酵槽49の内部で生成されるメタンを、取り出すことが可能となる。

20

【0119】

以上のような水素生成装置40を用いて水素を生成する方法を、図7に基づいて以下に説明する。

【0120】

図7に示すフローは、反応容器11において、有機材料から水素を生成した後に生じる一次排出物に対して、メタン生成のためのメタン発酵処理と、水と二酸化炭素とに分解する最終処理とを施す工程を示すものである。すなわち、図7に示すフローは、上述の第1の実施の形態における、ステップS10の後に為される処理工程を示すものである。

【0121】

まず、一次排出物は、排出配管42を介して固液分離槽43に導入される（ステップS21）。この固液分離槽43では、例えばフィルタの通過により、一次排出物を固体排出物と液体排出物とに分離する（ステップS22；固液分離工程に対応）。このうち、固体排出物は、固形物用配管45を介して固形物最終処理槽44に導入される（ステップS23）。また、液体排出物は、液体用配管48を介してメタン発酵槽49に導入される（ステップS24）。

30

【0122】

このうち、固形物最終処理槽45には、予め微生物Bが供給されている。このため、固体排出物は、微生物Bによって水と二酸化炭素に分解される（ステップS25；固形物最終処理工程に対応）。なお、固形物最終処理槽45の内部における固体排出物は、フィン46の駆動によって攪拌される。この攪拌によって、固体排出物は、分解反応が促進される。

40

【0123】

なお、固形物最終処理槽44で固体排出物の分解反応を進行させた場合、該固体排出物が水と二酸化炭素とに分解されることで、該固体排出物はほとんどなくなり、魚の骨等の、ごく一部が残るのみである。そして、残ったものである残渣は、二次排出物として排出される（ステップS26）。以上のようにして、固体排出物の最終処理のための分解反応が終了する。

【0124】

また、メタン発酵槽49にも、予めメタン菌が供給されている。それにより、液体排出物はメタン菌によって分解され、メタンを生成することが可能となる（ステップS27；メ

50

タン発酵工程に対応)。なお、メタンを生成する場合にも、メタン発酵槽 49 の内部にある液体排出物が攪拌される。以上の固形物最終処理槽 44 およびメタン発酵槽 49 の内部における分解処理を所定時間行ない、夫々十分に分解反応が進行したと判断されると、該反応を中断する。なお、メタン発酵槽 49 でも分解されない残渣も、二次排出物として排出される。以上のようにして、メタン生成のための分解反応も終了する。

【0125】

なお、上述の説明では、各ステップ S23～S28 を、この順番通りに実行するようにしている。しかしながら、ステップ S23 の後に、ステップ S25 とステップ S26 が順次実行され、またステップ S24 の後に、ステップ S27 とステップ S28 が順次実行される条件を満たしさえすれば、各ステップ S23～S28 の実行順序は、どのように行っても良い。

10

【0126】

このような構成の水素生成装置 40 によれば、水素生成に際して生じる一次排出物を用いて、メタンの生成を行うことができる。すなわち、水素生成のための分解反応終了後の一次排出物は、固液分離槽 43 によって固体排出物と液体排出物とに分離される。このうち、液体排出物を用いると、メタン発酵槽 49 の内部でのメタン菌の作用によって、メタンを生成することができる。そのため、有機材料を用いて一層効率的に燃料を生成することが可能となり、有機材料の有効活用を図ることができる。

【0127】

すなわち、本実施の形態の水素生成装置 40 によれば、反応容器 11 の内部で有機材料から水素を生成することができるのみならず、メタン発酵槽 49 の内部でメタンをも生成することが可能となる。

20

【0128】

また、固形物最終処理槽 44 では、一次排出物が分離された後の固体排出物を、良好に水と二酸化炭素とに、ほとんど完全に分解することが可能となる。このように、固形物最終処理槽 44 を設けることで、投入された固体排出物に関して、排出物（ゴミ）をほとんど生じさせず、理想的な状態で処理することができる。

【0129】

また、水素生成装置 40 は、上述のメタン発酵槽 49 に加えて、固形物最終処理槽 44 をも具備しているので、上述の菌株 1～5 の微生物 B によって、固体排出物を水と二酸化炭素とに分解することができる。そして、この分解によって、該固形物最終処理槽 44 から、ほとんど排出物（ゴミ）が生じない。そのため、本実施の形態の水素生成装置 40 では、生ゴミ処理装置としても、理想的なものである。

30

【0130】

また、上述のような、有機材料を水と二酸化炭素とに分解する微生物 B は、固形物最終処理槽 44 の内部で繰り返し何度でも利用することができる。そのため、固体排出物の処理に際して、新たな微生物 B を投入する必要がなく、ほとんどコストは掛からない。

【0131】

さらに、本実施の形態では、固形物最終処理槽 44、およびメタン発酵槽 49 のいずれにも、フィン 46、50 が設けられている。そのため、これらフィン 46、50 を駆動させることによって、固形物最終処理槽 44 での固体排出物の分解反応、およびメタン発酵槽 49 の内部でのメタン発酵を促進することができる。それによって、効率的な固体排出物の最終処理と、効率的なメタン発酵とを行うことができる。

40

【0132】

以上、本発明の第 1～第 3 の各実施の形態について説明したが、本発明はこれ以外にも種々変形実施可能である。

【0133】

上述の第 1～第 3 の実施の形態では、フィン 15 は、反応容器 11 の内部に設けられているが、フィン 15 を省略する構成を採用しても良い。同様に、第 3 の実施の形態では、固形物最終処理槽 44 にフィン 46、およびメタン発酵槽 49 にフィン 50 が、夫々設けら

50

れているが、フィン46、およびフィン50についても、夫々省略する構成を採用しても良い。

【0134】

また、上述の第1～第3の実施の形態では、反応容器11の分解反応の終了は、分解開始からの反応時間と、反応進行時の温度と、pHの検出結果とに基づいて検知されている。しかしながら、分解反応の終了は、これに限られず、他の方法によって検知されても良い。また、例えば一定量の有機材料を反応容器11の内部に投入した場合には、定められた時間が経過した場合に、反応が終了したものと判断しても良い。

【0135】

また、上述の第1～第3の実施の形態では、微生物前培養槽20に温度調整手段を設けたものが説明されているが、例えば外部雰囲気に適温に保たれる場合等には、かかる温度調整手段を省略する構成を採用しても良い。

【0136】

また、上述の第2および第3の実施の形態では、滅菌機構31は、煮沸部33と、加熱機構36を具備する構成として説明されているが、かかる構成ではなく、例えばマイクロウェーブ波を有機材料に照射する等の手段によって、該有機材料の滅菌処理を行う構成を採用しても良い。また、上述の第2および第3の実施の形態では、滅菌機構31に、水投入口35を設けるものが説明されているが、有機材料を煮沸せずに、該有機材料を単純に加熱する構成を採用しても良い。

【0137】

さらに、上述の第3の実施の形態では、上述の第2の実施の形態で述べた滅菌機構31に加えて、メタン生成機構41をも具備する構成が説明されている。しかしながら、滅菌機構31を具備せずに、メタン生成機構41を具備する構成を採用しても良い。また、メタン生成機構41を備える一方、固形物最終処理槽44（固形物最終処理手段）を省略する構成を採用しても良い。さらに、メタン生成機構41を備えずに、固形物最終処理槽44（固形物最終処理手段）のみを備える構成を採用しても良い。

【0138】

また、上述の第3の実施の形態においては、固形物最終処理槽44またはメタン発酵槽49の内部を、分解反応または発酵に適切な圧力と、温度に調整する構成を採用しても良い。

【0139】

また、上述の各実施の形態では、微生物前培養手段として微生物前培養槽20について述べているが、微生物前培養手段は微生物前培養槽20に限られるものではなく、増殖用培養液を供給した状態で微生物Aを前培養可能なもの（例えば、微生物前培養タンク等）であれば、どのようなものであっても良い。また、培養液備蓄手段としての培養液タンク21も、増殖用培養液を蓄えることが可能なもの（例えば、培養液備蓄槽等）であれば、どのようなものであっても良い。

【0140】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、有機材料から水素を一層効率的に生成し、水素の生成量を一層多くすることができ、また、水素の生成に加えて、有機材料から水素を生成した後の、残りの排出物を利用した場合には、メタンを生成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る水素生成装置の構成を示す側断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る水素生成方法を示すフローチャートである。

【図3】図1の水素生成装置を用いて、有機材料とクロストリジウム属の微生物を反応させた場合の反応時間と水素発生量の関係の一例を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態に係る水素生成装置の構成を示す側断面図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態に係る水素生成方法を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第3の実施の形態に係る水素／メタン生成装置を示す側断面図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施の形態に係る水素生成方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 0, 3 0, 4 0 …水素生成装置

1 1 …反応容器

1 2, 3 2 …配管状部材

1 2 a, 3 2 a …材料投入口

1 3 …微生物供給管路

1 4, 2 3 …調整弁

1 5 …フィン (第 1 の攪拌手段の一部)

1 6 …モータ (第 1 の攪拌手段の一部)

1 7 …監視装置 (制御手段)

2 0 …微生物前培養槽 (微生物前培養手段の一形態)

2 1 …培養液タンク (培養液備蓄手段の一形態)

2 2 …培養液供給管路

2 4 …水素取出管路

3 1 …滅菌機構

3 3 …煮沸部

3 3 a …空間部

3 5 …水投入配管 (液体投入手段の一形態)

3 5 a …水投入口

3 6 …加熱機構

3 7 …圧力調整機構

4 1 …メタン生成機構

4 3 …固液分離槽 (固液分離手段の一形態)

4 4 …固形物最終処理槽 (固形物最終処理手段の一形態)

4 6 …フィン (第 2 の攪拌手段の一部)

4 7 …モータ (第 2 の攪拌手段の一部)

4 9 …メタン発酵槽 (メタン発酵手段)

5 0 …フィン (第 3 の攪拌手段の一部)

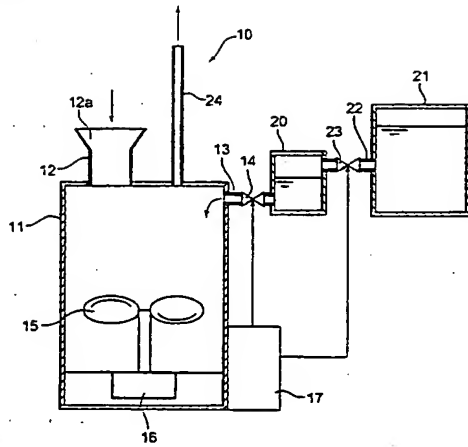
5 1 …モータ (第 3 の攪拌手段の一部)

10

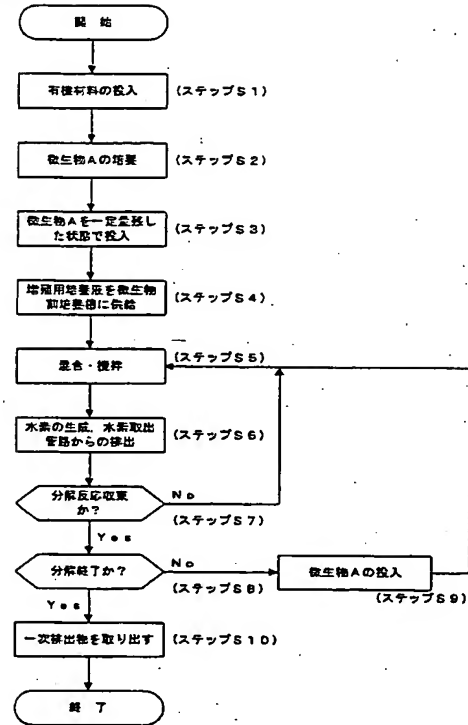
20

30

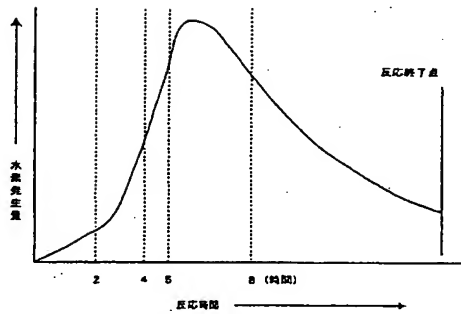
【図1】



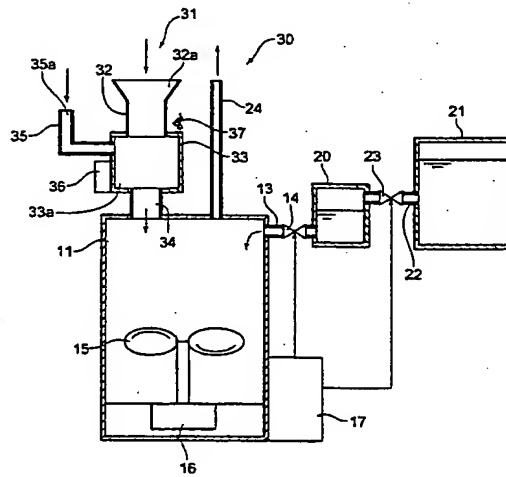
【図2】



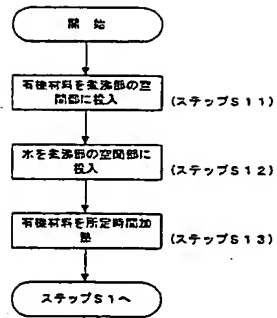
【図3】



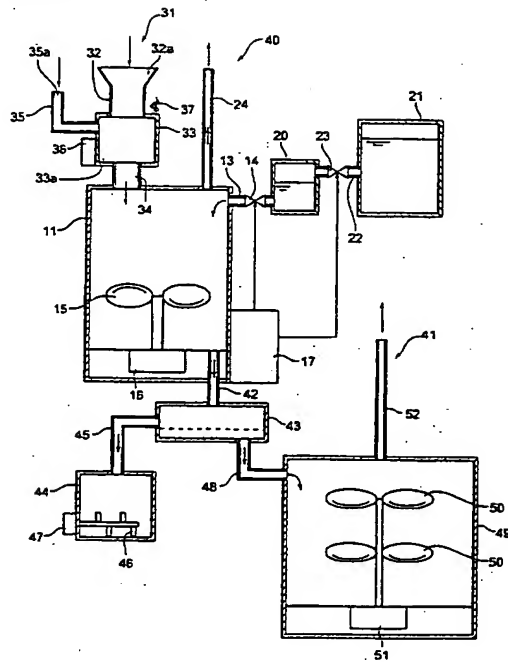
【図4】



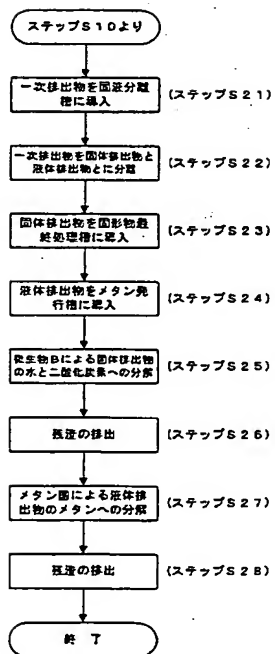
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C 0 1 B 3/02	C 1 2 M 1/02	A 4 G 1 4 0
C 1 2 M 1/02	C 1 2 M 1/12	
C 1 2 M 1/12	C 1 2 M 1/38	Z
C 1 2 M 1/38	C 1 2 P 3/00	
C 1 2 P 3/00	B 0 9 B 3/00	C

(72)発明者 石原佐知枝

北海道札幌市厚別区下野幌テクノパーク1丁目2番1号 株式会社電制内

Fターム(参考) 4B029 AA02 BB02 CC01 DA01 DB01 DF01 DF02 DF05 DF06 DG06
 4B064 AA03 CA02 CD21 DA16
 4C058 AA27 BB03 BB05 CC01 CC05 DD04 DD05 DD06 EE01 JJ07
 JJ26
 4D004 AA02 AA04 BA03 CA13 CA15 CA18 CA22 CA46 CB04 CB27
 CB28 CB31 CC03 CC07 CC15 DA01 DA02 DA06 DA07 DA20
 4G078 AA01 AB05 BA01 BA05 CA01 CA17 DA01
 4G140 BA03 BB03